

PAPAS CHIPS VII-COLORACION DE LAS CHIPS (REACCION DE MAILLARD) Y SU RELACION CON LA CALIDAD

Ceferina R. Ordóñez (1), J. C. Limongelli (2) y Sara A. Alonso (1)

Recibido: 21/2/81
Aceptado: 26/6/81

RESUMEN

Se estudió la influencia del contenido de glúcidos reductores solubles y de aminoácidos libres en la coloración de las papas fritas chips y su relación como posible parámetro de determinación de calidad. Los índices de color se relacionaron con la actividad de un panel calificador. Como materia prima se utilizaron tubérculos de *Solanum tuberosum* L., cultivares de distintos orígenes y años agrícola, previa conservación en dos condiciones. Se estudió la influencia de las mismas sobre los niveles de glúcidos reductores solubles y de aminoácidos libres.

SUMMARY

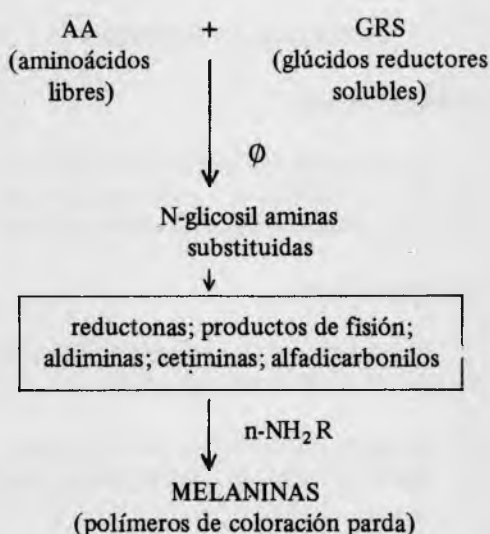
Influence of the reduced sugars and aminoacid contents in the chip colour and the possibility to be used as an index of quality were studied. The colour index and the panel judgement were related. Potato tubers of *Solanum tuberosum* L. were employed as a raw material. They were stored in two different conditions before analyzing. The influence of storage conditions on reduced sugars and free aminoacids were studied.

INTRODUCCION

La creciente demanda de alimentos intensifica los estudios sobre su industrialización para aprovechar en forma integral las materias primas, facilitándose su conservación, transporte y comercialización. Respecto a la papa, puede señalarse una tendencia mundial al aumento de su utilización para la industria, en detrimento del consumo al estado fresco (Scott, 1972).

La elaboración industrial de papa frita chip debe brindar un producto de buena calidad, para lograr su aceptación por el consumidor. En la calificación del producto terminado influyen sus características organolépticas y entre ellas importa la coloración. El color de las chips en gran medida se debe a la reacción de Maillard (1912), que puede

esquematzarse de la siguiente manera:



- (1) Cátedra de Bioquímica, Departamento de Química,
- (2) Cátedra de Olericultura, Departamento de Producción Vegetal, Facultad de Agronomía de Buenos Aires, Av. San Martín 4453, (1417) Buenos Aires, Argentina.

La reacción precedente ha sido muy estudiada por los investigadores en sistemas modelo de muy diversas características y también por su relación con la coloración de los alimentos (Anet, 1959; Ingles, 1959; Schwimmer, 1959; Underwood, 1959; Lento, 1960; Burton, 1962; Hyde, 1962; Mc Weeny, 1963; Hogan, 1969; Ordóñez, 1971; Ahmadi Zenouz, 1977; Whurman, 1977; Iritani, 1980).

En la composición química de los tubérculos de papa influyen los siguientes factores:

- cultivares y su estado fisiológico (Hensen, 1976),
- tipo de almacenamiento y condiciones del mismo,
- manejo del cultivo,
- condiciones climáticas.

En este trabajo se prosigue con el estudio de la coloración de las papas chips debida a la reacción de Maillard y las variaciones en la composición química de los tubérculos almacenados en relación con la calidad del producto terminado.

MATERIALES Y METODOS

Material botánico

Se utilizaron tubérculos de *Solanum tuberosum* L. variedades y cultivares con distinta procedencia y diferentes años agrícolas.

Almacenamiento

Se conservaron sin tratamiento fitosanitario en dos condiciones diferentes:

- a) depósito Arata, recinto cerrado, oscuro, fresco y ventilado. Temperatura muy constante (según registros).
- b) galpón Olericultura, recinto comunicado con el exterior, sometido a mayores cambios térmicos. La temperatura media fue superior a la de depósito Arata.

Determinaciones químicas

Materia seca (MS) según AOAC (1970) Aminoácidos libres (AA), por la técnica de Sorensen (1908), en extractivos alcohólicos obtenidos de acuerdo con Linskens (1961). Los glúcidos reductores solubles (GRS) presentes en zumo, se valoraron según la técnica de Nelson-Somogyi (1965).

Elaboración de papas fritas chips y calificación

Se obtuvieron según la técnica de Ordóñez (1977). La calificación fue realizada por los panelistas que consideraron los siguientes aspectos: color y su uniformidad en ambas superficies de las rebanadas; textura, sabor y olor; untuosidad y crocancia. Se aplicó la escala de valoración siguiente para los ensayos de 1978/79.

calidad	puntaje asignado
óptima o excelente	10
muy buena	8-9
buena	6-7
regular	4-5
mala	3
pésima	1-2

El color de las chips se determinó por el índice de color según Davin (1970) y comparativamente por la modificación de Ordóñez *et al.*, 1979.

RESULTADOS

En el cuadro 2 se anotan los valores de AA libres (mg % de nitrógeno alfa amínico) correspondientes a los cultivares Buena Vista, Cinco Cerros y Huinkul, cosecha 1967, procedentes de la EERA-INTA Balcarce y del cultivar (cv) White Rose, cosecha 1966 de San Alberto, Córdoba.

En los cuadros 3, 4 y 5 se indican los contenidos de AA y de GRS de los cultiva-

CUADRO 1: Aminoácidos libres identificados en el zumo de papa.

Aminoácido	Dent <i>et al.</i> (1947)	Steward -Street (1946)	Sreczynki (1961)	Groot (1946)	Ordóñez -Russo (1966)	Swiniański -Novack (1973)
α -amino butirato	x	x				
alanina	x		x		x	x
asparagina	x	x	x		x	x
arginina	x			x	x	x
aspartato	x		x		x	x
cistina	x			x	x	x
cisteína				x	x	x
fenilalanina	x			x	x	x
glicina	x				x	x
glutamato	x		x		x	x
glutamina	x	x	x		x	x
hidroxiprolina					x	
histidina	x			x	x	
isoleucina	x			x	x	
leucina				x		x
lisina	x			x	x	x
metionina	x		x	x	x	x
prolina	x				x	x
serina	x		x		x	x
tirosina	x	x	x		x	x
treonina	x		x	x	x	x
triptófano	x			x	x	x
valina	x		x	x	x	x
total AA	18	4	10	12		19
norvalina					x	
nor leucina					x	
y/o amino caprílico					x	
total AA					23-24	

res: Ballenera, Kennebec y Spunta de la cosecha 1978/79 con distinta procedencia y diferente estado fisiológico. En los cuadros 6, 7 y 8 figuran los valores de los índices de coloración según Davin (ICD) y según Ordoñez (ICO), la calificación de las papas fritas chips realizadas por los panelistas y las características organolépticas más destacables en cada oportunidad.

En las figuras 1, 2, 3, 4, 5 y 6 se indican los valores promedio de los contenidos de AA, GRS y de la relación GRS/AA, correspondiente a la cosecha 1977/78 (cv Kennebec, distinta procedencia) y 1978/79.

Se determinaron la desviación promedio (dp), la desviación individual (di) y la desviación estándar (DS), para todos los valores obtenidos de los análisis del material cosechado 1977/78 y 1978/79.

Las temperaturas promedio de almacenamiento fueron:

muestras de cosecha	condición	
	a	b
1977/78	16,3°C	20,3°C
1978/79	16,8°C	19,4°C

DISCUSION

Durante la obtención de papas fritas (chipeo), se verifica la reacción de Maillard y los compuestos melánicos producidos confieren color al producto terminado. Se estudiará en forma independiente al par reactante de esta reacción.

Aminoácidos libres

En el zumo de papa los aminoácidos libres están presentes en número variable (cuadro 1, Ordóñez y Russo, 1966), habiéndose comprobado que las variaciones se deben a:

- estado de desarrollo del tubérculo.
- porción analizada: parénquima, brote, peridermis-cortex.

El contenido total de AA libres en tubérculos de papa es variable (Talburty y Smith, 1967; Davin, 1968; Hansen, 1976).

Los distintos cultivares presentaron va-

riaciones en el contenido total (cuadro 2), y según el origen y condiciones de almacenamiento (figura 1). Así, el cv Kennebec-FA se comportó en forma distinta según que su almacenamiento se realizara en las condiciones a ó b, como se deduce de la figura 1. Los cambios más destacables del contenido total de AA libres, se produjeron en las papas almacenadas en la condición b. Las variaciones de los AA libres en los tubérculos del cv Kennebec-Balcarce y Kennebec-La Plata, conservados en un mismo tipo de almacenamiento presentaron muy poca diferencia.

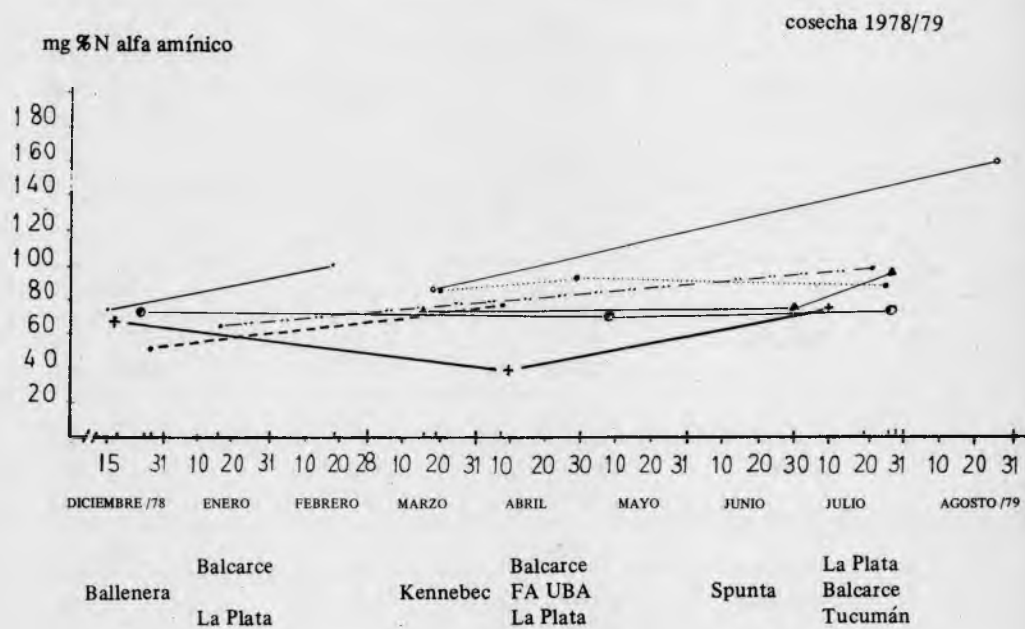
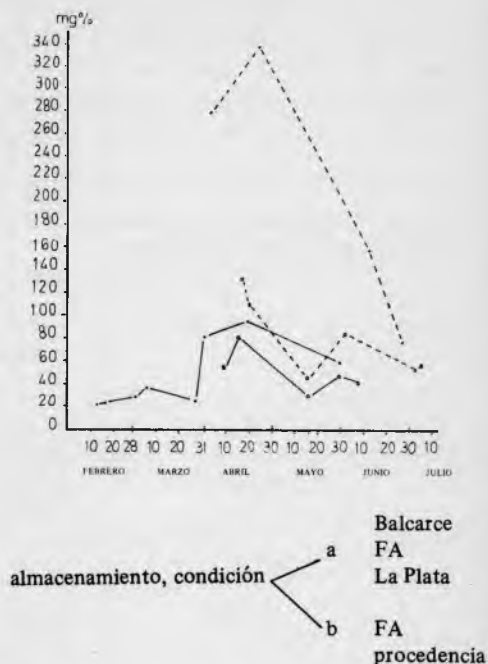
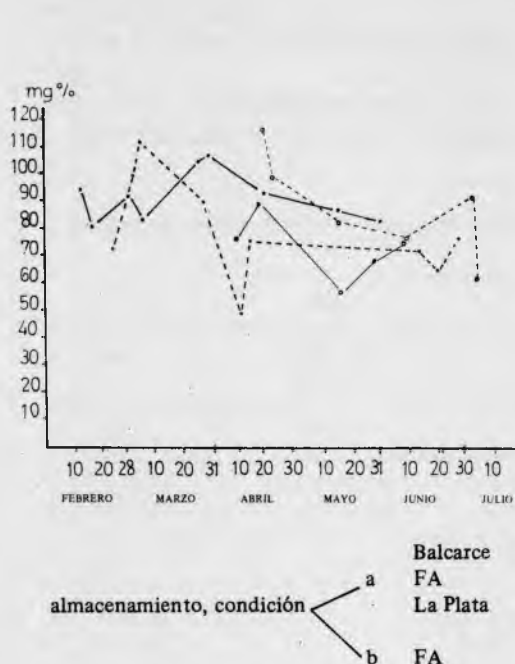
La edad fisiológica del tubérculo influyó en el contenido de los AA libres, como se demuestra en los cvs Ballenera, Kennebec y Spunta que se analizaron en tres momentos distintos:

- inicial (inmediato a la cosecha)
- brotación incipiente (dentro de los límites de aceptación comercial)
- final (coincidente con brotación profusa, amplio decaimiento del tubérculo y deterioro intenso).

CUADRO 2: Contenido de nitrógeno alfa-amínico (AA libres) mg %. (Ordóñez y Paul, 1968; Ordóñez *et al.*, 1971)

Año 1967				
cultivar	29/5	26/6	27/7	24/8
Buena Vista	113	96	108	85
Cinco Cerros	79	84	110	71
Huinkul	102	77	107	77
Año 1969/1970				
	30/10	6/11	12/11	25/11
	217	202	232	286
White Rose	4/12	23/2	31/3	
	288	255	227	

Las muestras de 1967 procedían de la Estación Experimental del INTA-Balcarce y las del año 1969 de San Alberto, Provincia de Córdoba. Ambas fueron almacenadas en depósito "Arata".



Este material procedía de la EERA-INTA Balcarce, de La Plata, de la FAUBA y de Tucumán. Se almacenó en la condición b. De los datos de los cuadros 3 y 5 y de la figura 3 se infiere un leve aumento del contenido de

los AA libres hacia el estado final siendo evidente la exaltación de la actividad proteolítica del parénquima. Se liberan AA a partir de las proteínas destinándose, en su mayor parte, a la biosíntesis proteica del brote. Se

CUADRO 3: Contenido de nitrógeno alfa-amínico libre en tubérculos de papa de distinta procedencia y diferente estado de madurez (N mg %).

cultivar	procedencia	estado		
		inicial	brotación incipiente	final
		21/3	30/4	27/7
Ballenera	Balcarce	83,15 ± 3,0	94,55 ± 1,8	92,68 ± 2,5
		79,00 ± 2,3	95,40 ± 2,3	93,04 ± 2,2
		26/1		21/6
	La Plata	66,00 ± 2,0		88,58 ± 2,7
		58,70 ± 6,0		86,39 ± 2,2
		20/3		27/8
Kennebec	Balcarce	79,46 ± 2,0		182 ± 24
		88,60 ± 2,0		139 ± 15
		26/12	14/5	29/6
	La Plata	78,00 ± 1,3	72,00 ± 0,6	79,66 ± 0,99
		74,00 ± 7,0	69,60 ± 3,1	68,75 ± 1,6
		28/12	7/4	
Olericultura		58,00 ± 4,0	90,00 ± 3,0	
		47,50 ± 0,0	68,00 ± 1,6	
		16/3	30/5	28/6
	Balcarce	79,00 ± 2,0	82,00 ± 2,0	112 ± 2,0
		72,00 ± 3,0	70,20 ± 1,9	82,80 ± 0,2
		18/12	10/4	8/6
Spunta	La Plata	80,00 ± 1,0	58,70 ± 1,0	76,10 ± 1,9
		55,00 ± 1,0	57,32 ± 2,0	74,90 ± 2,0
		15/12		19/2
	Tucumán	90,00 ± 3,0		101 ± 4,0
		78,50 ± 1,0		

Material conservado en "galpón-Olericultura". Cosechado en año agrícola 1978/1979.

CUADRO 4: Contenido de glúcidos reductores solubles en tubérculos (1978/79) (mg %).

cultivar	procedencia	estado		
		inicial	brotación incipiente	final
		21/3	30/4	27/7
Ballenera	Balcarce	60 ± 0,8	200 ± 18	72 ± 1,8
		44 ± 0,9	164 ± 7	66 ± 6
		26/1		21/6
	La Plata	124 ± 2		180 ± 2,4
		94 ± 4		138 ± 9,1
Kennebec		20/3	27/8	
	Balcarce	44 ± 0,5	64 ± 3,5	
		36 ± 0,4		
		26/12	14/5	29/6
	La Plata	45 ± 2,9	72 ± 1,7	87,13 ± 0,0
		40 ± 1,9	56 ± 1,0	72,10 ± 8
Spunta		28/12	7/4	
	Olericultura	60 ± 3	36 ± 0,4	
		40 ± 2,5	28 ± 0,0	
		16/3	30/5	28/6
	Balcarce	42 ± 0,6	128 ± 6	168 ± 4,5
		36 ± 0,4	100 ± 30	146 ± 4,4
		18/12	10/4	8/6
	La Plata	137 ± 10	36 ± 0,0	110 ± 4,4
		67 ± 3	46 ± 0,5	76 ± 0,8
		15/12		19/2
	Tucumán	190 ± 6		204 ± 6

Material conservado en "galpón-Olericultura". Cosechado en año agrícola 1978/1979.

pone de manifiesto el dinamismo metabólico de estos constituyentes, en relación con el estado fisiológico del tubérculo.

Por lo tanto, el contenido de los AA libres del zumo es variable, dependiendo del cultivar que se estudia, de su estado de madurez, del año agrícola, zona de procedencia

y las condiciones de almacenamiento, entre los factores más relevantes.

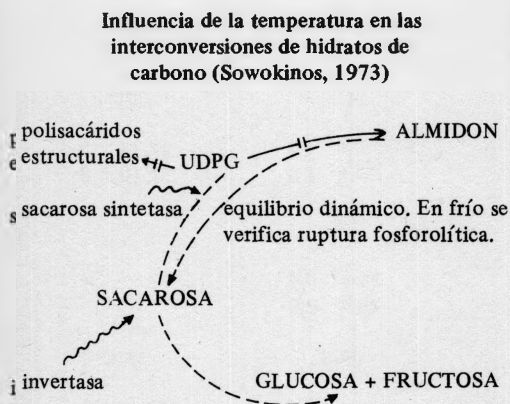
Glúcidos reductores solubles (GRS)

La distribución de los glúcidos reductores solubles en los tubérculos, es irregular,

acumulándose en el extremo apical y zonas subadyacentes al brote (Dimalla *et al.*, 1977), fenómeno que se relaciona con la temperatura de almacenamiento (Iritani *et al.*, 1973).

En el zumo de papas existen glucosa y fructosa, en proporciones variables, y su contenido aumenta cuando se almacenan los tubérculos a baja temperatura, como una respuesta fisiológica a la injuria por el frío (Burton, 1965 y 1969; Ordóñez y Villeta, 1969; Shaw, 1969; Verma, 1975; Bergtmaller, 1977; Sowokinos, 1976; Poapst, 1977).

Las interconversiones entre los hidratos de carbono más importantes, se indican en el esquema de Sowokinos (1973), donde se señala la influencia de la baja temperatura.



La actividad de la fosforilasa es máxima a baja temperatura (Chubey, 1974) mientras

que la invertasa disminuye durante el desarrollo y aumenta por el frío (Pressey, 1969).

Las temperaturas elevadas intensifican el fenómeno respiratorio y la demanda del combustible fisiológico produce movilización y posterior empleo de los GRS. A 16°C y 25°C hay aumento de G6P como señalan algunos autores (Arreguine-Lozano y Bonner, 1949; Pressey, 1969).

La influencia de la temperatura de almacenamiento sobre el nivel de los GRS en los análisis del cv Kennebec, cosecha 1977/78 (FA-UBA) se indica en la figura 2.

También se comprobó que la edad fisiológica influye sobre el contenido de los GRS, provocándose un ligero aumento hacia el estado final (cuadros 4 y 5; figura 4). El cv Spunta-Tucumán es el de mayor contenido; se trata de una papa temprana que se cosecha inmadura, no apta para almacenar. Es común indicar que los tubérculos inmaduros y que se almacenan a temperaturas de 20°C o superiores, siempre presentan elevados niveles de hexosas (Burton, 1965 y 1978).

El color de las chips y su calidad

Los GRS del tubérculo influyen significativamente sobre el color, que es una característica organoléptica muy importante de las papas-chips (Ordóñez, 1970; Ordóñez y Contreras, 1970; Poapst, 1977; Iritani, 1980); también influyen en la reacción de Maillard

CUADRO 5: Valores promedio extremos de aminoácidos libres y de glúcidos reductores solubles, cv Kennebec (cosecha 1977/78).

estado fisiológico	Aminoácidos		GRS	
	N mg %		mg %	
	máximo	mínimo	máximo	mínimo
inicial	76,7	68	88	51
brotación incipiente	79,5	70	91	59
final	106	91	137	100

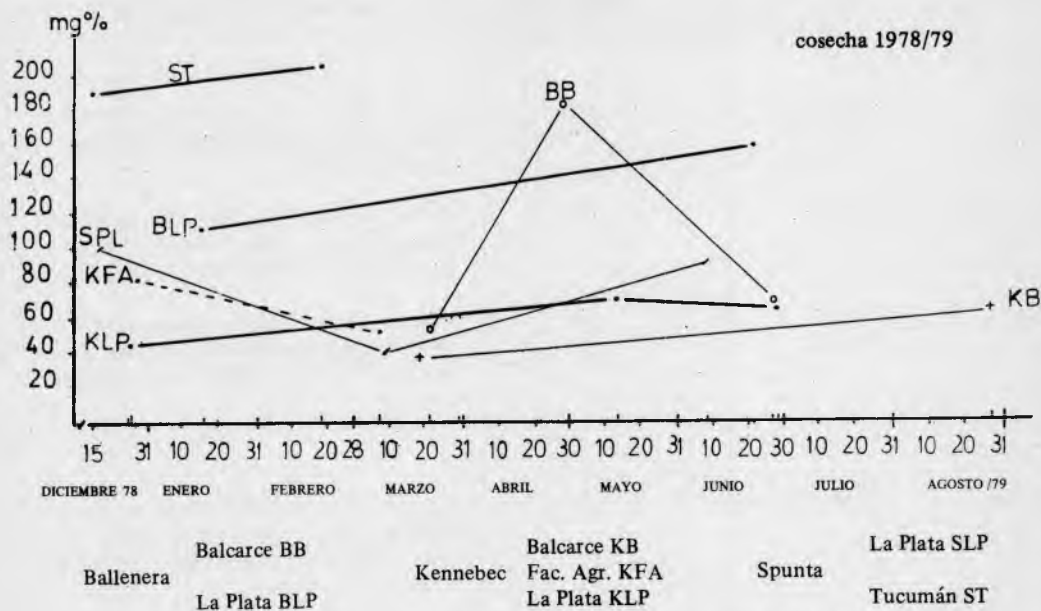


Figura 4: Variaciones de los GRS según edad fisiológica, cosecha 1978/79.

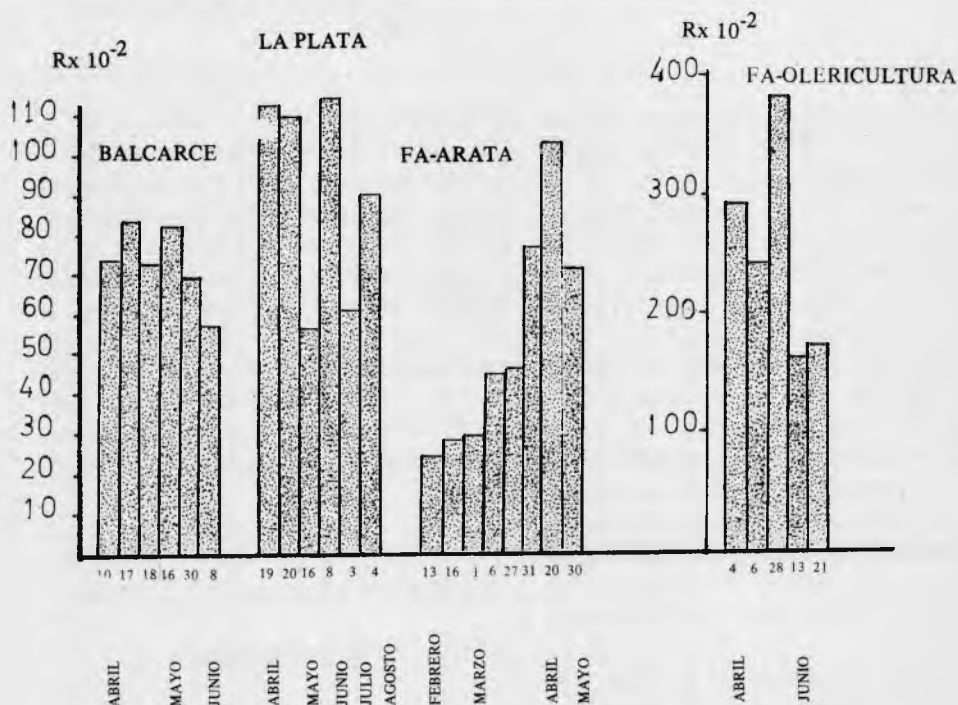


Figura 5: Relación GRS/AA en cv Kennebec, cosecha 1977/78.

CUADRO 6: Calidad de papas fritas chips, cv Ballenera, 1978/79.

procedencia	ICD	ICO	Calificación	Características organolépticas
Balcarce				
inicial 21/3	1.380	7	5	Calidad regular. Color oscuro, untuosas; sabor atípico, algo desagradable; arenosas. Faltas de textura.
brotación 30/4/79	1.120	6	5	Calidad regular. Color algo más uniforme. Impregnadas en aceite. Moteado. Crocancia mediana. Faltas de olor y sabor atípicos.
final 27/7	1.458	6,8	5	Calidad regular. Color aceptable moteado en zona peridermis-cortex y en zonas con lesiones. Textura adecuada. Impregnadas en aceite.
La Plata				
inicial 26/1/79	1.776	12	3	Calidad mala. Color uniforme, pero relativamente intenso. Bajo porcentual de moteado. Exceso de untuosidad. Crocancia \pm buena. Olor atípico.
final 21/6/79	1.365	8	5	Calidad regular. Color amarillo intenso, no uniforme. Crocancia irregular. Manchas negras; algunas sabor amargo (tubérculos verdeados).

producida en el chipeado el tiempo y la temperatura del freído (Ordóñez y Villeta, 1969). Con estos antecedentes (Ordóñez, 1971 y 1977) ensayó la sobrecarga de GRS en un sistema modelo de fritura sobre papel y estableció una metodología de rutina para obtención manual de papas fritas, aplicada en los estudios posteriores. Ordóñez *et al.*, (1979) desarrollaron, entre otros factores, aspectos relacionados con el "chipeo", masa de fritura y estado de la materia prima.

No hay acuerdo en el nivel límite de los GRS del tubérculo, compatibles con un producto de color adecuado, pues se señalan valores desde 75 mg % hasta más de 500 mg % (Burton, 1962, 1968 y 1969; Hyde *et al.*, 1962; Wisler, 1968; Gould, 1969 y Burtea y Mirea, 1973).

Cuando los tubérculos presentan concentraciones elevadas de GRS (superior a 300 mg %) se obtienen chips coloreadas in-

tensamente (Ordóñez y Contreras, 1971). Las papas indígenas utilizadas para cruzamientos genéticos, también ensayadas para obtener chips, presentaron las mismas características de coloración. Las chips de las variedades Chacarera y Runi tuvieron color aceptable, no así la Tuni que brindó un producto muy oscuro (Ordóñez, 1971). Los contenidos de GRS mg % respectivos fueron: 70, 75 y 300. De las papas Kennebec, cosecha 1977/78, se obtuvieron chips que fueron calificadas por los panelistas según la escala siguiente:

K-Balcarce > K-FA-Arata > K-La Plata >
> K-FA-Olericultura

Es notable el paralelismo que se estable-

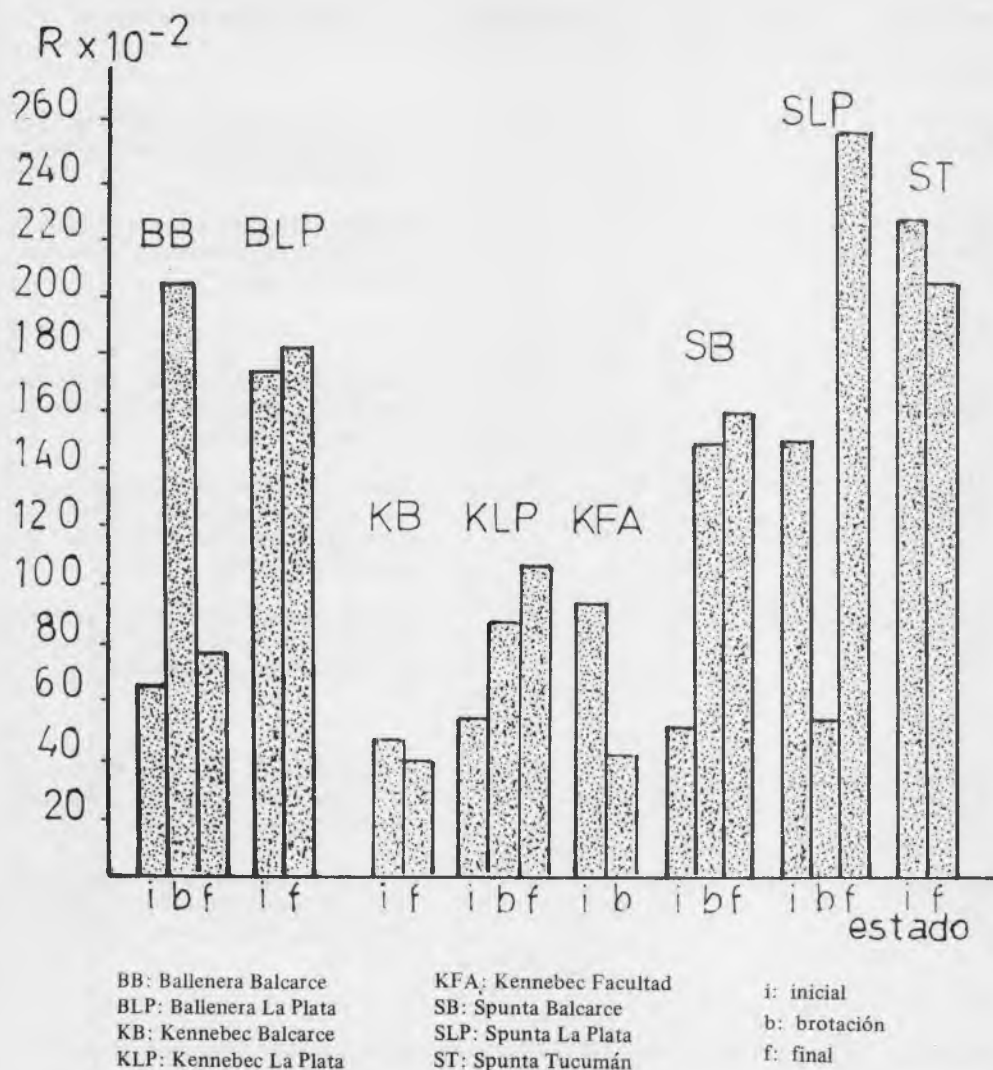


Figura 6: Relación GRS/AA, cultivares diferentes de cosecha 1978/79.

ce entre la escala de calidad y las variaciones de los GRS (figura 2 y cuadro 6). Kennebec-Balcarce dio las chips de mejor calidad con menos GRS que todas las otras muestras; caso inverso Kennebec-FA-Olericultura, presentó mayor cantidad de GRS y menor calidad.

En la reacción de Maillard son factores limitantes la calidad y la cantidad de los azú-

cares reductores. La capacidad cromogénica está en el siguiente orden:

pentosas > hexosas > disacárido reductor

e importa en la reacción tanto la hexosa que se considere como el valor del pH (Cole, 1967;

CUADRO 7: Calidad de papas fritas chips, cv Kennebec, 1978/79.

procedencia	ICD	ICO	Calificación	Características organolépticas
Balcarce				
inicial 21/3/79	721	4,1	6	Color \pm bueno, claro. Crocancia mediana. Sabor bueno; algunas impregnadas en aceite. Calidad buena.
final 24/8/79	845	5	6-7	Calidad buena. Color \pm bueno. Crocancia muy buena, sabor adecuado. Algunas impregnadas en aceite.
La Plata				
inicial 26/12/78	365	1,85	10	Calidad excelente. Coloración muy buena, pareja, sin moteado. Buena crocancia. No impregnadas en aceite.
brotación 14/5/79	1.115	6,6	3	Calidad mala. Coloración irregular, moteado zona peridermis cortex y perimedular. Crocancia regular; sabor a "quemado". Impregnación en aceite.
final 29/6/79	1.669	8,2	4	Calidad regular. Color irregular, parduzco leve zona vascular. Olor típico, sabor amargo, crocancia buena. Algunas aceitosas.
FA-UBA				
inicial 28/12/78	701	4,2	10	Calidad excelente. Color muy parejo, claro. Muy buena textura. Olor y sabor muy buenos. No untuosas.
brotación 7/4/79	1.334	7,04	6-7	Calidad buena. Color amarillo claro moteado leve en zona vascular. Crocancia buena, buena palatabilidad. Escaso porcentual de untuosas.

Ordóñez, 1971; Ahmadi Zenouz; 1977; Whurman, 1977).

En la papa chip, influyen la proporción relativa entre los GRS y los AA libres. De los resultados del cv Kennebec cosecha 1977/78 (figura 5), surge que la mejor calificación fue adjudicada a la papa cuya relación GRS/AA era la más baja, deducción posible si se comparan los valores de la relación para períodos semejantes de almacenamiento.

En los diferentes cultivares de cosecha 1978/79 (figura 6) aún cuando se comprobó la influencia de los GRS y de los AA libres

en la calidad, no se pudo obtener un valor de relación utilizable como índice absoluto para calificar las chips. La coloración "*per se*", no resulta válida para medir la calidad de las chips, la expresión por un índice o una relación, no informa sobre las anomalías de color que puede presentar un producto terminado (manchas zonales, moteado, manchas radiales, etc.). Se estima que, la labor integral de los panelistas minimiza las conclusiones a las que pueda arribarse con la aplicación de los índices, según se infiere de los cuadros 6, 7 y 8, en los que se indican los ín-

CUADRO 8: Calidad de papas fritas chips, cv Spunta, 1978/79.

procedencia	ICD	ICO	Calificación	Características organolépticas
Balcarce				
inicial 16/3/79	1.294	6,6	10	Calidad excelente. Muy buena coloración y crocancia. Color uniforme; no untuosas. Olor y sabor típicos.
brotación 30/5/79	980	4,9	5-6	Calidad aceptable. Color amarillo cremoso, y beige en chips de tubérculos dañados. Algo aceitosas, sabor no típico neto. Olor aceptable.
final 28/6/79	9.889	51	3	Calidad mala. Color irregular, amarillo hasta caramelo, moteado. Crocancia regular. Sabor no adecuado, aceitosas. Olor típico.
La Plata				
inicial 18/12/78	3.968	19	3-4	Calidad inferior. Color irregular, moteado. Crocancia buena. Algo untuosas.
brotación 10/4/79	2.601	14	9	Calidad muy buena. Coloración uniforme, amarillo claro mate, muy poco moteado. Muy crocantes. Olor y sabor típicos.
final 8/6/79	2.044	11,5	4	Calidad regular. Color irregular moteado, zona peridermis cortex. Sabor a quemado, untuosas. Leve sabor anormal. Buena crocancia, algunas aceitosas.
Tucumán				
inicial 15/12/78	5.458	22,2	4	Calidad inferior. Moteado irregular, en zona perimedular. Untuosas. Sabor atípico, a quemado. Crocancia regular.
final 19/2/79	2.032	9,87	5	Calidad regular. Color intenso, irregular, algunas moteadas. No untuosas. Buena crocancia y aceptable palatabilidad.

lices de Davin y de Ordóñez, el puntaje asignado y los aspectos más sobresalientes de características organolépticas aplicadas por los panelistas para la calificación de las chips.

CONCLUSIONES

El contenido de los aminoácidos libres y de los glúcidos reductores del zumo de papa es variable, dependiendo principalmente del

cultivar y del estado de madurez, del año agrícola, zona de producción y condiciones de almacenamiento.

El color de las chips es una característica organoléptica importante y está estrechamente relacionado con el contenido de glúcidos reductores solubles. A mayores contenidos de GRS corresponde una mayor intensidad de coloración de la chip.

La relación GRS/AA, como posible parámetro para determinar calidad, no ha permitido arribar a conclusiones definitivas.

Los índices de color son sólo valoraciones parciales de la calidad de las chips. La labor integral que realizan los panelistas minimiza las conclusiones obtenidas aplicando solamente los índices.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la colaboración técnica del Ing. Agr. Félix Martinuzzi; de la técnica Sra. Zelmira G. de Jacquet y de los ayudantes: Diana Gibson, Gonzalo Aguilar, Eduardo Pagano y Nicolás Szentivanyi.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Ahmadi Zenouz, A., 1977. Contribution à l'étude de la nature chimique et de l'origine des produits bruns de caramélisation de la melasse. *Agricultura* (Holanda), 25 (3): 356-466.
- 2) Annet, E. F. L. J., 1959. Di-fructose-aminoacid as an intermediate in browning reactions. *Auss. J. Chem.* 12: 481-496.
- 3) AOAC - "Official Methods of Analysis of the Association of the Official Agricultural Chemists, ed 11a. 1970. Washington.
- 4) Arreguine-Lozano, B. and J. Bonner, 1949. Experiments on sucrose formation by potato tubers as influence by temperature. *Plant. Physiol.*, 24: 720-738.
- 5) Bertmaller, W., 1977. Studies on changes of processing quality of potatoes during prolonged storage. *Landwirtschaftliche Forschung-Sonderheft*, 349 (1): 134-143.
- 6) Burtea, O. e E. Mirea, 1977. Certari asupra calitatilor tehnologice a le siurilor zonate de cartofi in vederea prelucrariprin deshidratare si prefire. *Lucrari stiintifice*, 8: 23-30.
- 7) Burton, H. S., 1962. Desarrollo de cromóforos en los sistemas carbonil-amino. *Nature* (Ld), 196: 40-41.
- 8) Burton, W., 1965. The sugar balance in some British potato variety during storage - I - Preliminary observations. *Europ. Pot. J.*, 8 (2): 80-90.
- 9) Burton, W., 1968. Potatoes, their changes and needs in storage. *Farm building digest*, 3 (14): 11-13.
- 10) Burton, W., 1969. The sugar balance in some British potato varieties during storage, temperature and intermittent refrigeration upon low temperature sweetening. *European Pot. J.*, 12: 81-95.
- 11) Burton, W., 1978. The sugars content and sprout growth of tubers of potato cultivar. Record grown in different localities when stored at 10,2 and 20 degree Celsius. *Pot. Research* (Netherlands) 21 (3): 145-162.
- 12) Cole, S. J., 1967. The Maillard reaction in foods products and the CO₂ evolved. *J. Food Sci.*, 32: 245-250.
- 13) Chubey, B. B., 1974. Preconditioning improves potato chips colour. *Cand. Agric.* 19 (4): 23-24.
- 14) Davin, A. et A. Guilbot, 1968. Problèmes posés par la utilisation industrielle de la pomme de terre. *Ind. Alim.*, 85 (11): 1501-1511.
- 15) Davin, A. et A. Guilbot, 1970. Incidence de la teneur du matière sèche et leur aptitude pour l'elaboration du chips. *Ind. Alim.*, 87 (12): 1527-1534.
- 16) Dent, C. E., W. Stepka and F. C. Steward, 1947. Detection of the free aminoacids of plants cells by partition chromatography. *Nature*, 160: 682-683.
- 17) Dimalla, G. G. and J. Van Standen, 1977. Apical dominance and the utilization of carbohydrates during storage of potato tubers. *Ann Bot.*, 41: 387-391.
- 18) Gould, W. A., 1969. Preliminary report: Evaluation of potato varieties for chipping by growers before storage, Ohio Agric. Res. Development Center, Div. of Agric. Processing Techn. Div. USA.
- 19) Groot, E. H., 1946. Investigation into the biologically important aminoacids in potato protein in connection with its nutritive value. I - IV. *Arch. Neetherland Physiol.*, 28: 277-361.
- 20) Hansen, J. H., 1966. Kartofler Kernische Sammensætning ved Forskellige Dyrknings metoder, *Kobenhavn*, Mart, 1-28.
- 21) Hogan, J. M., 1969. Colour of potato chips in relation with solid and some others chemical constituents - 19th Nat. Potato Utilization Conference 4473. ARS: 73-05 - USDA.
- 22) Hyde, R. B. and C. Walkof, 1962. A potato seedling that chips from cold storage without conditioning. *Amer. Pot. J.*, 39: 266-270.
- 23) Ingles, D. L., 1959. Chemistry of non enzymic browning - V - The preparation of aldose-potassium bisulfite addition compounds and some amine derivatives. *Auss. J. Chem.* 12: 97-101.
- 24) Iritani, W. M. and L. Weller, 1973. Relative difference in sugar content of basal apical portions of Russet Burbank potatoes. *Amer. Pot. J.*, 50 (1): 24-31.

- 25) Iritani, W. M. and L. Weller, 1980. Sugar development in potatoes. Expt. Bull. 0717 (January) 16 pág. Expt. Coll. Agric. State Univ. Pullman, USA.
- 26) Lento, H. G., 1960. Browning of sugar solution. IV - The effect of pH on the volatile products of reducing sugars. *Food Research*, 25: 750-757.
- 27) Linskens, H. F., 1961. "Praktikum der papier chromatographie", pág. 13. Ed. Spring Verlag, Berlín.
- 28) Maillard, L. C., 1912. Action des acides aminés sur les sucres; formation des melangindines par voie methodique. *C. R.*, 156, 66 (1962).
- 29) Mc Weeny, D. J., 1963. Some possible glucose/glycine browning intermediates and their reactions with sulphites. *J. Sci. Food Agric.* 14 (5): 291-302.
- 30) Nelson, N. and M. Smogyi, 1955 en K. Peach, M. V. Tracey. 1955. "Modern Methods of Plant Analysis", tomo II, pág. 20. Ed. Spring Verlag, Berlín.
- 31) Ordóñez, C. R., 1971. Papas chips - II - Reacción de Maillard en sistema modelo. *Tecnología Alimentaria* 5 (28-29): 3-5.
- 32) Ordóñez, C. R., 1971. Papas indígenas del NO argentino. Características físicas y composición química. *Ciencia e Investigación* 26 (4): 174-178.
- 33) Ordóñez, C. R., 1977. Papas chips - IV - Relación entre materia seca, aceite fijado y rendimiento en chips. *Rev. ABA*, 41 (230-231): 95-100.
- 34) Ordóñez, C. R. y S. Contreras, 1970. Papas chips - I - Conservación del tubérculo y aplicación de inhibidores. *Tecnología Alimentaria* 4 (23): 35-36.
- 35) Ordóñez, C. R., J. C. Limongelli y C. A. Mundt, 1979. Papas chips - VI - Influencia de la conservación de algunos constituyentes químicos y del material de fritura en la calidad de la papa chip. *La Alimentación Latinoamericana*, 13 (119): 51-56.
- 36) Ordóñez, C. R. y G. N. Paul, 1968. Estudio sobre metabolismo nitrogenado en papas. - III - Variaciones de aminoácidos no protéicos, tirosina no protéica, actividad tirosinásica y cobre. *Rev. Farm.*, 111 (9-10): 221-225.
- 37) Ordóñez, C. R. y M. C. G. Russo, 1966. Estudio sobre metabolismo nitrogenado en papas - I - Aminoácidos en tubérculos en papas en conservación y brotadas. II - Variaciones de la arginina durante la conservación y desarrollo inicial. *Rev. Fac. Agr. y Vet. de Bs. As.*, 16 (3): 47-56.
- 38) Ordóñez, C. R. y O. J. Villeta, 1969. Enzimas y metabolitos relacionados con el oscurecimiento en papas. *Tecnología Alimentaria*, 3 (16): 3-6.
- 39) Ordóñez, C. R., E. E. Vonesch y S. A. Alonso, 1971. Determinación de aminoácidos libres en tubérculos de papa por colorimetría sobre papel. *Rev. Farm.*, 113 (5-6): 117-119.
- 40) Poapst, P. A., 1977. Use of surface coating to increase the rates of reconditioning of chipping potatoes. *Annual Report*, 88-90. Stat. Agric. Kentville. Nova Scotia, Canadá.
- 41) Pressey, R., 1969. Role of invertase in the accumulation of sugars in cold storage potatoes. *Amer. Pot. J.*, 46 (8): 291-297.
- 42) Schwimmer, S. A.; H. K. Burr, W. O. Harrington and W. J. Weston, 1957. Interrelation among measurements of browning of processed potatoes and sugar components. *Amer. Pot. J.*, 34: 119-132.
- 43) Scott, R. K., 1972. Potato Agronomy in changing industry. *Out look on agriculture*, 7 (1): 3-9.
- 44) Shaw, R., 1969. Use of gas chromatography and radioisotopes to study temperature induced sugars transformation. 19th Utilization Conference, July 28-29. *USDA*, 149-155. Ferris State College, Big Rapids Michigan, USA.
- 45) Sorensen, S. P. L., 1908 opus cit in A. L. Winton; K. B. Winton. "Análisis de Alimentos" (1947) pág. 92-93. Ed. HASA, Bs. As.
- 46) Sowokinos, J. R., 1973. Maturation of *Solanum tuberosum* L. - I - Comparative sucrose and sucrose-synthetase level between several good and poor processing varieties. *Amer. Pot. J.*, 50: 234-247.
- 47) Sowokinos, J. R., 1976. Pyrophosphorilases in *Solanum tuberosum* L. - I - Changes in ADP glucose and ADP glucose-pyrophosphorilase activities associated with starch biosynthesis during tuberization, maturation and storage of potatoes. *Plant Physiol.*, 57 (1): 63-68.
- 48) Sreczynski, A., 1961. Recovery of crude protein from potato juice. *Zeszyry Nauk. Politech. Lodz. Chem. Spozyweza*, 6: 5-80.
- 49) Steward, F. C. and H. E. Street, 1946. The soluble nitrogen fractions of potato tubers: the amides. *Plant Physiol.* 21: 155-193.
- 50) Swimiarski, E. and M. J. Novack, 1973. Chemical and biological properties of two kind of dried potatoes flakes. *Biuletyn Inst. Ziemniska* NR 11.
- 51) Talburt, W. F. and O. Smith, 1967. "Potato Processing", ed 2a. Ed. AVI Publ. Co. Inc. Westport, Connecticut, USA.
- 52) Underwood, J. C., 1959. Browning of sugar solutions. III - Effect of pH on the colour produced in dilute glucose solution containing aminocids with the amino group in different

- position in the molecule. *Food Res.* 24.
- 53) Verma, S. C., T. R. Sharma and K. C. Joshi, 1973. Sugar content of potato tubers. *Indian J. Agric. Sci.* 43 (8): 743-745.
- 54) Whurman, J. J., 1976/77. Importance and originality on organoleptic parameters in food technology. *Nestlé Research News*, pág. 29-42.
- 55) Wisler, J. R., 1968. A simplify sistem to mesurement the reduced sugars in potato tubers. *Food Techn.* 22 (2): 98-101.
-